

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-216161

(43)Date of publication of application : 04.08.2000

(51)Int.Cl. H01L 21/3213
H01L 21/3065
H01L 21/318

(21)Application number : 11-015099

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 25.01.1999

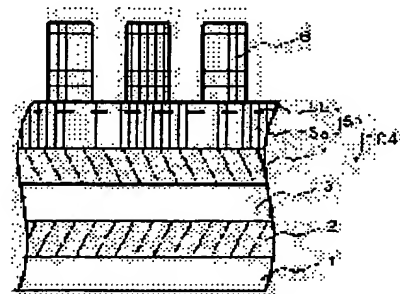
(72)Inventor : OUCHI MASAHIKO

(54) FORMATION OF WIRING USING INORGANIC ANTI-REFLECTIVE FILM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To cause less change of quality of an inorganic anti-reflective film even when subjected to a wetting (wet peeling-off) process or a plasma ashing process when it is desired to reprocess the film.

SOLUTION: A TiN film 4 and ARL-SiON (made up of a plasma SiO₂ film 5b and an SiON 5a) 5 are laminated on a metallic film 3, and the thickness and quality of the ARL-SiON film are optimumly adjusted so as to minimize a reflection factor from the metallic film 3 and to facilitate its composition to dissolve into hydrofluoric acid in a post-treatment. A laminated anti-reflective film 104 of the TiN 4 and ARL-SiON 5 as well as the metallic film 3 are continuously dry etched in an identical processing chamber. At this time, a major component in an etching gas is a combination of chlorine gases (of Cl₂, BCl₃, HCl, etc.), which is the same as in the etching of the metallic film 3. When a gas of a combination of Cl₂ and BCl₃ gases is used, its mixture ratio is changed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3257533

[Date of registration] 07.12.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-216161

(P2000-216161A)

(43) 公開日 平成12年8月4日 (2000.8.4)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	フォーマット (参考)
H 0 1 L	21/3213	H 0 1 L 21/88	D 5 F 0 0 4
	21/3065	21/318	C 5 F 0 3 3
	21/318	21/302	J 5 F 0 5 8

審査請求 有 請求項の数9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平11-15099	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成11年1月25日 (1999.1.25)	(72) 発明者	大内 穂彦 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式 会社内
		(74) 代理人	100099195 弁理士 宮越 典明

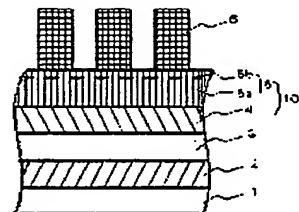
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無機反射防止膜を付った配線形成方法

(57) 【要約】

【課題】 再工事が必要な場合に、ウェット処理（湿式剥離）や、プラズマアッシング処理を行っても、無機反射防止膜の膜質が変化しにくいようにする

【解決手段】 T i NとA R L - S i O N（プラズマS i O₂とプラズマS i O Nによる膜）を、金属積層膜上に積層し、また、A R L - S i O N膜厚と膜質を、金属膜からの反射率を最小に抑えるよう最適化し、組成を後処理でフッ酸に溶け易いよう調整する。T i N、A R L - S i O Nによる積層反射防止膜と、その下の金属積層膜を連続して同一処理室にてドライエッチングする。そのときのエッチングガスの主成分は、金属膜のエッチングと同一の、塩素系ガス（C l₁、B C l₁、H C l等、C lを含むガス）を組み合わせたものにする。また、C l₂、B C l₂の組み合わせたガスを使う場合、その混合比を変える。



- 1: 基板
- 2: 金属膜
- 3: T i N膜
- 4: A R L - S i O N膜
- 5: A R L - S i O N膜
- 6: プラズマS i O N膜
- 104: エッチング防止膜

(2)

特開2000-216161

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属配線層の上層に、T i N膜を設け、該T i N膜の上層に無機質からなるプラズマS i ON膜を成膜し、該プラズマS i ON膜の上層にプラズマS i O₂膜を成膜させることを特徴とする無機反射防止膜を使った配線形成方法。

【請求項2】 同一のチャンバー内で以て、C l₂を含んだガスを用いて、前記金属配線層と前記無機反射防止膜に対して、連続してドライエッチングすることを特徴とする請求項1に記載の無機反射防止膜を使った配線形成方法。

【請求項3】 前記ドライエッチングにおいて、BC l₃の比率を多くした条件にて、前記無機反射防止膜をドライエッチングし、その後、金属配線層をドライエッチングする請求項2に記載の無機反射防止膜を使った配線形成方法。

【請求項4】 前記請求項2又は請求項3の方法で以て2段階のドライエッチング処理を施した後、さらに、ドライエッチング（オーバーエッチング）処理を1段階加えた合計3段階のドライエッチング処理を施し、さらに、アッシング加工を施した後、弗化アンモニウムO₂ 1%～3%、水10%～80%程度を含む有機酸液で以て、前記無機反射防止膜ごとエッチングデポジションを除去することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の無機反射防止膜を使った配線形成方法。

【請求項5】 有機酸液の剥離効果が十分でない場合において、前記無機反射防止膜が除去し易いように、請求項4の処理の前に、酸化膜ドライエッチングと、O₂/C F₄（C F₄の含まれる割合がO₂の0%～10%のガス）によるアッシング処理と、を行うことを特徴とする請求項4に記載の無機反射防止膜を使った配線形成方法。

【請求項6】 前記無機反射防止膜のプラズマS i ONが残った場合、層間膜形成後、ヴィアホールを形成し、ヴィアホールのエッチング後に有機酸液処理で前記プラズマS i ONを除去することを特徴とする請求項4に記載の無機反射防止膜を使った配線形成方法。

【請求項7】 前記プラズマS i ON膜と前記T i N膜との間に、プラズマS i O₂等の絶縁膜で形成されたハードマスクを有することを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の無機反射防止膜を使った配線形成方法。

【請求項8】 前記プラズマS i ON膜及び前記ハードマスクを、酸化膜ドライエッチング装置でエッチングした後、アッシングすることによりレジストを除去し、アルミドライエッチング装置で前記ハードマスク及び前記金属配線層をドライエッチングし、前記無機反射防止膜の除去を行うことを特徴とする請求項7に記載の無機反射防止膜を使った配線形成方法。

【請求項9】 前記ハードマスク及び前記金属配線層の

2

ドライエッチングの直前に、有機酸液処理を行い、一旦、無機反射防止膜のプラズマS i ONやデボを除去した後、前記金属配線層のエッチングを行うことを特徴とする請求項7又は請求項8に記載の無機反射防止膜を使った配線形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無機反射防止膜を使った配線形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の反射防止膜を使った配線形成方法を図1を参照して説明する。なお、図1は、従来の配線形成方法の技術を説明する半導体装置の模式的な断面図である。図1で示すように、S i基板1上に絶縁膜2を介して形成された金属層膜3をパターンニングする場合、第一にリソグラフィをパターンニングする必要がある。微細な、特にサブミクロン以下の線幅のリソグラフィのパターンニングでは、エキシマレーザでの露光が行われるが、このエキシマレーザ用のフォトリソは下地膜の凹凸起因の反射によって細ったり、消失したりするため、T i N反射防止膜4を金属層膜3上に形成している。さらに最近では、T i N反射防止膜4上に、有機ARC（フォトリソに近い材質又はシリカ系）もしくは、無機ARL（S i ON膜）を形成したものがある。

【0003】この両者のうち、ドライエッチング装置使用上の観点と、PR（フォトリソグラフィ）再工率に関する点においては、無機ARLの方が優れている。その理由は、有機ARCはレジストを剥がす際に、ARC自身も共に剥がれてしまうので、もう一度ARCを塗布し直さなくてはならず、この時点で無機ARLに比べて工程多くなってしまからである。

【0004】反面、ドライエッチング後の除去に関しては、無機ARLの方が1、2工程増える場合がある。また、エッチング処理室の問題においては、有機ARCのエッチングガスは、チャンバー内に付着したデボをエッチングしてしまうので、パーティクル増加やフレーキングの問題を生じ易い。現時点では金属配線であるA l C u上（厳密にはT i N上）のARCは再工率が難しく、特に剥離が難しいため、残滓が残ってしまう。

【0005】また、エッチング時のパーティクルの問題は重大であり、有機ARC反射防止膜はA l C uエッチングに適さない。ただし、ポリシリコンやシリサイド膜上には使用されている。よって、無機ARLを反射防止膜に使用するのが好ましい。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、無機ARLを反射防止膜に使用する方法については問題点がある。特開平9-055351号公報には、S i ON膜からなる反射防止膜を配線層上に成膜し、その反射防止膜の表

(3)

特開2000-216161

3

面を安定化させるために、さらに、 N_2 、 O_2 等のプラズマ処理を行い、 $SiON$ 表面を変質させ保護膜とする方法が開示されている。しかし、このような方法で形成された構造では、 $SiON$ 表面の数10Å程度しか変質せず、そのまま放置した場合は安定しているが、リソグラフィの再工事（やり直し）等の化学的処理には弱く、膜質が変化してしまう可能性が高いという問題点がある。

【0007】本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法は上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、リソグラフィが目ずれ（回路が形成不能なくらい、下地のパターンとずれてしまうこと）やその他のパターン不良によって、再工事が必要な場合に、ウェット処理（湿式剥離）や、プラズマエッチング処理を行っても、無機反射防止膜の膜質が変化しにくいようにする方法を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法は、「金属配線層の上層に、 TiN 膜を設け、該 TiN 膜の上層に無機質からなるプラズマ $SiON$ 膜を成膜し、該プラズマ $SiON$ 膜の上層にプラズマ SiO_2 膜を成膜させること」（請求項1）、を特徴とするものである。

【0009】さらに、本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法は、

・金属配線層に対するドライエッチングを行う際と同一のチャンバー内で、前記無機反射防止膜に対して、 Cl_2 を含んだガスを用いて、連続してドライエッチングすること（請求項2）、

・前記ドライエッチングにおいて、 BCl_3 の比率を多くした条件にて、前記無機反射防止膜をエッチングし、その後、金属配線層を連続してエッチングすること（請求項3）、

・前記請求項2又は請求項3の方法で以て2段階のドライエッチング処理を施した後、さらに、ドライエッチング（オーバーエッチング）処理を1段階加えた合計3段階のドライエッチング処理を施し、さらに、アッシング加工を施した後、弗化アンモニウム $0.1\% \sim 3\%$ 、水 $10\% \sim 80\%$ 程度を含む有機溶剤液で以て、前記無機反射防止膜ごとエッチングデポジションを除去すること（請求項4）、

・有機溶剤の剥離効果が十分でない場合において、前記無機反射防止膜が除去し易いように、請求項4の処理の前に、酸化膜ドライエッチングと、 O_2/CF_4 （ CF_4 の含まれる割合が $0.0\% \sim 10\%$ のガス）によるアッシング処理と、を行うこと（請求項5）、

・前記無機反射防止膜のプラズマ $SiON$ が残った場合、層間膜形成後、ビアホールを形成し、ビアホールのエッチング後に有機溶剤処理で前記プラズマ SiO

4

N を除去すること（請求項6）、

・前記プラズマ $SiON$ 膜と前記 TiN 膜との間に、プラズマ SiO_2 等の絶縁膜で形成されたハードマスクを有すること（請求項7）、

・前記プラズマ $SiON$ 膜及びハードマスクを、酸化膜ドライエッチング装置でエッチングした後、アッシングすることによりレジストを除去し、アルミドライエッチング装置でハードマスク及び金属配線層をドライエッチングし、無機反射防止膜の除去を行うこと（請求項8）、

・前記ハードマスク及び金属配線層のドライエッチングの直前に、有機溶剤処理を行い、一旦、無機反射防止膜のプラズマ $SiON$ やデポを除去した後、金属配線層のエッチングを行うこと（請求項9）、を特徴とする。

【0010】（作用）本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法は、 TiN と $ARL-SiON$ （プラズマ SiO_2 とプラズマ $SiON$ による膜）という2種類の反射防止膜を、金属積層膜上（ $AlCu$ 、 TiN 、 TiW 、 Ti のいずれかを組み合わせた積層膜）に積層して使用することにより、金属積層膜表面の凹凸起因のハレーションを抑えて、リソグラフィパターンニング時の欠陥を防止する。

【0011】また、その時、マイグレーション耐性は従来より低下せず、金属配線同士をつなぐビアホールの抵抗も増加しない。また、 $ARL-SiON$ 膜厚と膜質は、金属膜からの反射率を最小に抑えるよう最適化されつつも、組成を後処理でフッ酸に溶け易いよう調整する。

【0012】 TiN 、 $ARL-SiON$ による積層反射防止膜と、その下の金属積層膜を連続して同一処理室にてドライエッチングする方法で以て、そのエッチングガスの主成分は、金属膜のエッチングと同一な、塩素系ガス（ Cl_2 、 BCl_3 、 $HC1$ 等、 Cl を含むガス）を組み合わせたものになっている。よって、チャンバー内の雰囲気の変化は最小限に抑えられる。

【0013】また、 Cl_2 、 BCl_3 の組み合わせたガスを使う場合、その混合比を変えることによって、 CD シフト量を調整したり、フォトリソとの選択比を調整できる。

【0014】金属積層膜上に積層無機反射防止膜（ TiN と $ARL-SiON$ ）を成膜した場合、リソグラフィの問題は上記のように改善可能であるが、金属配線層上に $SiON$ が残ると不都合が生じる。それは配線間のビアホールエッチング時でのエッチングストップや層間絶縁膜の信頼性低下、密着性不良（膜はがれ）などであり、この $ARL-SiON$ を弗化アンモニウムと水を含む有機溶剤液で効果的に除去できる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を具体的に実施例をあげて説明する。なお、図

50

(4)

特開2000-216161

5

2は、本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法を用いた半導体装置の模式的な断面図である。図3は、本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法でエッチングした後の、半導体装置の模式的な断面図である。図4は、本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法のエッチング、及びその後のアッシング処理を行う装置の概略図である。図5は、本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法でエッチングした後、アッシング処理した半導体装置の模式的な断面図である。図6は、本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法の後処理（剥離）方法で剥離処理した後、ARL-SiONがデボが完全に除去された配線の様子を示す半導体装置の模式的な断面図である。図7は、本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法の後処理（剥離）方法で剥離処理した後、ARL-SiONが残ってしまう場合の配線の様子を示す半導体装置の模式的な断面図である。図8は、本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法の処理フローを示す、フローチャートである。図9は、本発明に係る実施例2の配線形成方法を用いた半導体装置の模式的な断面図である。図10は、本発明に係る実施例2の配線形成方法において、酸化膜エッチャーで、ARL-SiON及びハードマスクをエッチングした後の半導体装置の模式的な断面図である。図11は、本発明に係る実施例2の配線形成方法において、アッシング処理後の半導体装置の模式的な断面図である。図12は、本発明に係る実施例2の配線形成方法において、有機剥離した後の半導体装置の模式的な断面図である。図13は、配線エッチング後、層間膜成膜、ビアホールエッチング後の半導体装置の模式的な断面図である。図14は、本発明の実施例7の配線形成方法をもちいたビアホールエッチング後の半導体装置の模式的な断面図である。図15は、P-SiON膜厚を変化させた場合の反射率の変化を表わすグラフである。

【0016】（実施例1）図2で示すように、従来の反射防止膜T₁N₄に加えて、その上層に、ARL-SiON膜5で以て、銅層反射防止膜104を構成する。このARL-SiON膜5はプラズマSiON（以下、P-SiON）5aと、その上層のプラズマSiO₂（以下、P-SiO₂）5bとで構成されたものである。

【0017】この銅層反射防止膜104の膜厚は、反射率をKrF線領域で8%未満程度に抑えるように調整している。銅層で用いたときの反射率は図15のグラフに示すように、SiONが100Å以上なら、8%未満程度になる。また、この銅層反射防止膜104の膜厚は、以後の配線層間膜がビアホールエッチングで止められることを考慮に入れて決める。例えば、図13に示すように、ビアホール酸化膜エッチングにおいて、ビアホール底部17がT₁N反射防止膜4で止まり、金属銅層3に突き抜けないための最低膜厚は約250Åであ

6

る。なお、金属銅層3を突き抜けた場合、配線抵抗が上昇したり、剥離性が悪化する。

【0018】次に、この銅層反射防止膜104をプラズマCVD法で形成した金属膜上に、エキシマレーザを用いたリソグラフィ処理を施す。具体的には、図2で示すところのパターンニングされた構造物に対し、エキシマレーザ用フォトリソスト6をマスクとして、塩素系のガスでドライエッチングする（図3参照）。

【0019】通常、SiON膜のエッチングはフッ素を含んだガスでプラズマエッチングするが、Siリッチ（Siの比率が多いこと）の膜質であるので、塩素系のガスでもエッチング速度をさほど落とすことなく処理が可能である。この処理は、図4に示す装置で、金属配線をエッチングするドライエッチング処理室407で一度に行うことが特徴である。同一室内処理のため、反応生成物が大気に触れることで生じる異常（残渣、やられ、アフターコロージョン、ゴミ増加、寸法変動）の問題も防止でき、工程が短縮できる。この後、別の処理室（アッシング処理室）408に真空搬送してアッシングと残留塩素の除去を従来の方法にて行う。

【0020】なお、ドライエッチング処理で使用する装置は、ECR、ICP、ヘリコン、2周波RIE（Reactive Ion Etching：反応性イオンエッチング）、2電源RIE、平行平板型、など、多極型のタイプが適用できる。

【0021】しかし、上記工程による処理では、側壁デボ（配線側壁部のデボ）やラビットイヤー（配線より上の部分のデボ）である、図5に示すところのラビットイヤー及びデボ6が取りきれない。また、ARL-SiON5も金属配線に残ってしまう。

【0022】なお、このARL-SiON5は高抵抗の導電膜であるため、回路の性質上、配線間容量が大きくなり、回路内を動く電子のスピードが落ち、回路の信号の応答が悪くなる。また、層間絶縁膜16の埋め込み性（アスペクト比15が大となり、埋め込みにくくなる）、密着性（ARL-SiON5は金属配線エッチング後処理で用いられる剝離液にエッチングされたり、膜の応力が層間膜と異なるため）が悪い。さらに、ビアホールエッチング時には、図14のようにARL-SiON5上でエッチングが止まる可能性が高く、配線間の抵抗が急激に高くなる（ビアホール内に導電膜を埋め込む前に、ARL-SiON5を除去するのが適切である）。

【0023】上記不具合が生ずるため、次に構造物のラビットイヤー及びデボ9と、ARL-SiON5を、同時に除去する（図5参照）。この処理は、図8に示すところの、工程数を少なくすることを重視した工程フロー801のことである。このとき、ARLの上層酸化膜が薄い場合は、希化アンモニウムと水を含んだ有機剝離液で以て、ラビットイヤー及びデボ9とARL-SiON

50

(5)

特開2000-216161

7

5を同時に除去可能である（処理後の状態は図6となる）。

【0024】なお、弗化アンモニウムは水と混ざると弗酸を生じるので、酸化膜をウェットエッチングする。このため、SiON中のSiが少ない条件で、成膜するのが適切である。ところが、逆にシリッチ（Siの比率が多いこと）でないため、反射率が抑えられない。このため、適正と思われる組成の比率がSi:O:N=5:3:1程度であり、この時、k値が0.50~0.65になる膜である。

【0025】なおここで、媒質の複素屈折率を $n+ik$ で表わしたときのkを消衰係数と云い、吸収係数 $\alpha=(4\pi/\lambda_0)k$ の関係にあり、 λ_0 は真空中の光波長である。つまり、k値はその媒質に入ってきた光を減衰させる程度を左右するパラメータである。

【0026】また、反射防止膜の膜厚は上層から、P-SiO₂は50Å~100Å、P-SiONは100Å~500Å、TiNは250Å以上、程度が良い。上記膜厚の数値は、従来の反射率計算の手法を用いて光学計算をし、さらに、以下のことを考慮した結果である。

- ・P-SiONが100Å以上なら反射率が少ないこと
- ・WETで除去できる膜厚の上限が、P-SiO₂で100Å、SiONで500Åであり、薄いほど除去しやすいこと

- ・後の工程で、ビアホールエッチングをTiN上で止める際に、必要な最低のTiNの膜厚の下限が250Åである（厚いほどTiNの途中でエッチングが止まり、マージンが出来る）こと

- ・P-SiO₂の膜厚の下限はSiON膜の安定性に必要最低膜厚であること

【0027】次に、ビアホールエッチングについて以*

- ・エキシマレーザー用フォトレジスト6
- ・プラズマSiO₂5b
- ・プラズマSiON5a
- ・TiN反射防止膜4
- ・金属積層膜3

- ・絶縁膜2
- ・Si基板

である。

【0032】図3で適用したドライエッチング条件の第1の例を以下に示す（装置はICPソースエッチャーを使用した）。

8

*下、詳細に説明する。ビアホールエッチングは図13に示すように、金属配線エッチングよりも後の工程で、金属配線の間をCVD法や塗布等で埋め込んだ絶縁層間膜（BPSG、NSG、P-SiO₂やその積層膜）をエッチングする酸化膜エッチングである。この上に上層の金属配線が成膜、パターンニングされ、回路が導通する。ここで、ビアホールとは2層以上の配線間をつなぐ垂直方向の穴のことである。

【0028】TiNの下に金属配線がAlCuの場合、酸化膜をエッチングする一般的なガス（弗化炭素系ガス）でAlCuの表面が化学変化して接合抵抗が高くなったり、TiNがスパッタされてホール側壁に付着し、ホール形状を乱したり、後の工程で折出したりして、問題となるため、上記の酸化膜エッチングはTiN上で止める必要がある。

【0029】上記理由でビアホールエッチングはTiNとの選択比を高い条件としているので、SiONもエッチングしにくい。また、TiNもアルミエッチや配線間容量に問題が無い程度に厚く設定するのが適切である。

【0030】以下、上記配線間容量の問題について説明する。配線間は絶縁膜によって挟まれた形になるが、配線間隔が狭くなると、配線内を移動する電子の速度が遅くなる。このことは、配線間がコンデンサのような状態になるためである。絶縁膜の誘電率が一定の場合、配線間隔（図13のa）が小さい程、または、配線の高さ（図13のb）が大きい程、配線間容量が大きくなってしまふ。このことは、配線間のアスペクト比 b/a が小さいほど回路の高速動作が可能である、ということを示すものである。

【0031】図2の上部から順々に膜構造、膜厚の一例を以下に示す。

KrFレジスト（7000Å）、
P-SiO₂（100Å）、
P-SiON（350Å）、
TiN（500Å）、
AlCu（2500Å）、
TiN（300Å）、
Ti（200Å）、
NSG、
Si

・第1段階（ARL及びAlCuのエッチング条件）

流量	Cl ₂	50SCCM
	BCl ₃	30SCCM
	CHF ₃	5SCCM
磁束密度		8mT
ソースコイルパワー		1200W
バイアスパワー		100W
温度		40℃

50 【0033】

(6)

特開2000-216161

9

・第2段階（オーバーエッチング条件）

流量	Cl ₂	50SCCM
	BCl ₃	20SCCM
	CHF ₃	7SCCM
	Ar	40SCCM
磁束密度		8mT
ソースコイルパワー		700W
バイアスパワー		70W
温度		40℃

である。

【0034】なお、図8で示した最後の工程である有機剥離（WET）処理における、WET剥離液及び処理条件の一例を以下に示す。成分比はDMSO（ジメチルスルホキシド）70%、弗化アンモニウム1%、水29%、温度は30℃、エッチング時間は10分である。

【0035】本実施例の特徴をまとめると以下のようになる。

・エキシマレーザ用のリソグラフィの後のハレーション耐性を高める。

・最上面をTiNより化学的に安定なP-SiO₂にしたことによって、リソグラフィ再工程が容易になる。

・ARL-SiONを塩素系で、金属配線と同一室処理することで、工程数が短く、使用設備も増やさなくて良い（ARLエッチ専用の装置を必要としない）。また反応生成物が大気中に放れることによって生じる異常（残渣、やられ、アフターコロージョン、ゴミ増加、寸法変動）の問題を防げる。

・無機反射防止膜ARL-SiONエッチングは、有機反射防止膜ARC（ポリイミド系や、レジストと似ている組成、有機物C_xH_yが主体）エッチングのようにエッチングチャンバー内のパーティクル増加を起こさない。

・無機ARL-SiONは有機ARCよりも、腐蝕化が可能なので、アスペクト比（図10のb/a）が小さく、微細加工やチャージアップ耐性に有利である。

・弗化アンモン系の剥離液は、有機剥離液と水と混ぜて用いると、フッ酸が生じるので、側壁デボと同時にARL-SiON膜が除去可能である。このことによって、AlCuを含んだ構造の金属配線の無機ARL-SiONを容易に除去できる。（例えばアミン系の有機剥離液ではデボは除去可能だが、ARLは除去できない。）

・SiONのSi:O:N比は5:3:1くらいなら、TiNと積層したときに、金属膜の反射も抑えるし、フッ酸による酸化膜、SiON膜の除去（wetエッチ）レートも高い。

・ARL-SiON膜が厚い場合や、フッ酸の濃度が低い場合、ARL-SiONが残る恐れがある。その場合図8の13のフローを用いれば、剥離性を悪化させることなく、TiNをエッチングせずに、ARLが完全に除去できる。

10

【0036】（実施例2）実施例1の最後のWET工程前に、図8のARL-SiON除去性を重視した工程フロー802で処理する方法である。

【0037】この方法を実施例2として、以下詳細に説明する。ARL-SiONの上層酸化膜（P-SiO₂N）が若干厚い場合や、弗化アンモニウム濃度が低い、あるいは湿式剥離処理時間が短い場合など、ARL-SiONが中途半端に残ってしまう（図7参照）場合に用いる方法を示す。

10 【0038】このときは、図5で示す状態の後、CF系で通常の酸化膜エッチング条件で、10秒以下程度、ドライエッチング処理した後、O₂プラズマアッシャーでO₂、CF₄添加（0%～10%）したガス系でアッシャー処理する。その後、有機剥離処理をする（図6参照）。

【0039】酸化膜ドライエッチングは上層のP-SiO₂除去に必要であるが、SiONとの選択比は高い。従って、金属配線部3やTiN反射防止膜4がヤラレ（肩落ちする）ことはない。

20 【0040】また、アッシャー処理が無いと、この酸化膜エッチング処理で生じるデボが影響してか、剥離性が悪化する。O₂とCF₄、あるいはO₂単独プラズマ処理で、ラビットイヤーや側壁デボが取れ易くなり、その後有機剥離処理（図8の最終工程）で、デボは完全に除去される。

【0041】以下、数値の一例を上げる。図8のARL-SiON除去性を重視した工程フロー802の酸化膜ドライエッチングの条件。

(RIEエッチャー)

流量	CF ₄	40SCCM
	CHF ₃	20SCCM
ガス圧		10Pa
RFパワー		600W
温度		40℃

【0042】図8のARL-SiON除去性を重視した工程フロー802のアッシャー条件。

(マイクロ波アッシャー)

流量	O ₂	900SCCM
	CF ₄	5SCCM
磁束密度		500mT
電力		1100W
温度		150℃

【0043】（実施例3）反射防止膜ARL-SiONエッチングはAlCu膜のエッチング条件でもエッチング可能だが、BCl₃分圧を若干増加させるとさらに残渣の出難いエッチング条件になる。その時は以下のような、3段階のエッチング条件となる。

【0044】BCl₃が還元性ガスで酸化膜やSiONがエッチングされやすいので、側壁デボ量成分が変わり

50 デボの厚さも変化して、CDシフト量も変化する。よっ

(7)

特開2000-216161

11

て、寸法コントロールも可能になる。また、 Cl_2 リッチよりも BCl_3 リッチの方が ARL エッチング終了後、 TiN まで抜けてしまった際に、 $AlCu$ の上部にノッチ(サイドエッチ)が入りにくいという利点もある。

【0045】具体例を以下に記す。図3で適用したドライエッチング条件の第2の例(残渣に強い条件)。装置はICPソースエッチャーを使用した。

・第1段階(ARLエッチング)

流量 Cl_2	40SCCM
BCl_3	40SCCM
CHF_3	5SCCM
磁束密度	8mT
ソースコイルパワー	1200W
バイアスパワー	100W
温度	40℃

【0046】

・第2段階($AlCu$ エッチング)

流量 Cl_2	50SCCM
BCl_3	30SCCM
CHF_3	5SCCM
磁束密度	8mT
ソースコイルパワー	1200W
バイアスパワー	100W
温度	40℃

【0047】

・第3段階(オーバーエッチング)

流量 Cl_2	50SCCM
BCl_3	20SCCM
CHF_3	7SCCM
Ar	40SCCM
磁束密度	8mT
ソースコイルパワー	700W
バイアスパワー	70W
温度	40℃

【0048】(実施例4) 上記実施例1～3にて、金属配線が $AlCu$ を含まず、 TiN 単層である場合、なお、この場合のエッチング条件は実施例2と同じである。

【0049】(実施例5) 上記実施例1～4にて、フォトレジストがEB(電子ビーム)露光品である場合である。

【0050】(実施例6) 図9で示すように、被エッチングサンプルが、厚膜ハードマスクを含む場合である。まず、 ARL とハードマスクを従来からある一般的な酸化膜ドライエッチャーで従来の方法でエッチング(図10参照)を行う。次に、従来からあるアッシング条件にてアッシングを行い、図11の状態になる。

【0051】次に、有機剥離を行い、図12の状態になる。この時点で、 $ARL-SiON$ は残っていても良

12

い。その後の $AlCu$ 等の金属膜エッチングで除去されてしまうからである。後の工程は、上記実施例1～5に同じである。

【0052】(実施例7) 図8の $ARL-SiON$ 除去性を重視した工程フロー802と同様の効果を得る方法である。図8の工程数を少なくすることを重視した工程フロー801で処理を行い、図7のように $P-SiON$ が残ってしまった場合、以下の方法で処理を行う。

【0053】層間膜を成膜した後、ヴィアホールを形成すると、図14のようになる。このままでは、従来の図13に比べてヴィアホール底部において、抵抗値が大きくなるため、図8の最終工程である有機剥離を行う。図8の最終工程前では、 $ARL-SiON$ の上層の $P-SiO_2$ が残っているが、この場合はヴィアホールエッチングによって $P-SiO_2$ が除去されている。よって、非酸が $SiON$ をエッチング除去でき、従来の図13と同様のヴィアホール抵抗の値が得られる。

【0054】

【発明の効果】本発明に係る無機反射防止膜を使った配線形成方法は、 TiN と $ARL-SiON$ ($P-SiO_2$ 、 $P-SiON$)という2種類の反射防止膜を、金属積層膜上($AlCu$ 、 TiN 、 TiW 、 Ti のいずれかを組み合わせた積層膜)に積層して使用したため、金属積層膜表面の凹凸起因のハレーションを抑えて、リソグラフィパターンニング時の欠陥を防止するという効果を有する。

【0055】また、その時、マイグレーション耐性は従来の技術より低下せず、金属配線同士をつなぐヴィアホールの抵抗も増加しないという効果を有する。

【0056】また、2種類の積層反射防止膜 TiN と $ARL-SiON$ ($P-SiO_2$ 、 $P-SiON$)とその下の金属積層膜を連続して同一処理室にてドライエッチングする方法を用い、そのエッチングガスの主成分は、金属膜のエッチングと同一な、塩素系ガス(Cl_2 、 BCl_3 、 HCl 等、 Cl を含むガス)を組み合わせたものとしているため、チャンバー内の雰囲気の変化を最小限に抑えられる効果を有する。

【0057】また、 Cl_2 、 BCl_3 の組み合わせたガスを使う場合、その混合比を変えることによって、CDシフト量を調整したり、フォトレジストとの選択比を調整できる効果を有する。

【0058】また、金属積層膜上に積層無機反射防止膜 TiN と $ARL-SiON$ ($P-SiO_2$ 、 $P-SiON$)を成膜した場合、リソグラフィの問題は上記のように改善可能であるが、金属配線上に $SiON$ が残るため、配線間のヴィアホールエッチング時でのエッチングストップや層間絶縁膜の信頼性低下、密着性不良(膜はがれ)などの問題が生ずるが、反射防止 $ARL-SiON$ 膜を弗化アンモニウムと水を含む有機剥離液で効果的に除去できるという効果を有する。

(8)

特開2000-216161

13

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の配線形成方法の技術を説明する半導体装置の模式的な断面図である。

【図2】本発明に係る無極反射防止膜を使った配線形成方法を用いた半導体装置の模式的な断面図である。

【図3】本発明に係る無極反射防止膜を使った配線形成方法でエッチングした後の、半導体装置の模式的な断面図である。

【図4】本発明に係る無極反射防止膜を使った配線形成方法のエッチング、及びその後のアッシング処理を行う装置の概略図である。

【図5】本発明に係る無極反射防止膜を使った配線形成方法でエッチングした後、アッシング処理した半導体装置の模式的な断面図である。

【図6】本発明に係る無極反射防止膜を使った配線形成方法の後処理（剥離）方法で剥離処理した後、ARL-SiONやデボが完全に除去された配線の様子を示す半導体装置の模式的な断面図である。

【図7】本発明に係る無極反射防止膜を使った配線形成方法の後処理（剥離）方法で剥離処理した後、ARL-SiONが残ってしまう場合の配線の様子を示す半導体装置の模式的な断面図である。

【図8】本発明に係る無極反射防止膜を使った配線形成方法の処理フローを示す、フローチャートである。

【図9】本発明に係る実施例2の配線形成方法を用いた半導体装置の模式的な断面図である。

【図10】本発明に係る実施例2の配線形成方法において、酸化膜エッチャーで、ARL-SiON及びハードマスクをエッチングした後の半導体装置の模式的な断面図である。

【図11】本発明に係る実施例2の配線形成方法において、アッシング処理後の半導体装置の模式的な断面図である。

14

*【図12】本発明に係る実施例2の配線形成方法において、有機剥離した後の半導体装置の模式的な断面図である。

【図13】配線エッチング後、層間膜成膜、ビアホールエッチング後の半導体装置の模式的な断面図である。

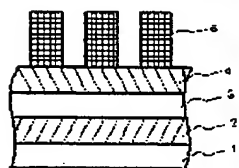
【図14】本発明の実施例7の配線形成方法をもちいたビアホールエッチング後の半導体装置の模式的な断面図である。

【図15】P-SiON膜厚を変化させた場合の反射率の変化を表わすグラフである。

【符号の説明】

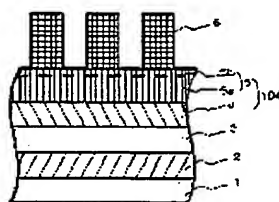
- 1 Si基板
- 2 絶縁膜
- 3 金属積層膜
- 4 TiN反射防止膜
- 5 ARL-SiON
- 5a プラズマSiON
- 5b プラズマSiO₂
- 6 エキシマレーザ用フォトリソ
- 9 ラビティイヤー及びデボ
- 14 ハードマスク
- 15 ヴィアホール
- 16 層間絶縁膜
- 17 ヴィアホールエッチング底部
- 18 プラズマSiON
- 104 積層反射防止膜
- 407 ドライエッチング処理室
- 408 アッシング処理室
- 409 搬送室
- 410 搬出室
- 411 搬入室
- 801 工程数を少なくすることを重視した工程フロー
- 802 ARL-SiON除去性を重視した工程フロー

【図1】



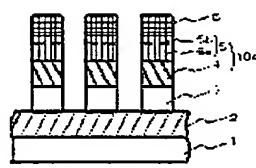
1: Si基板
2: 絶縁膜
3: 金属積層膜
4: TiN反射防止膜
5: エキシマレーザ用フォトリソ

【図2】



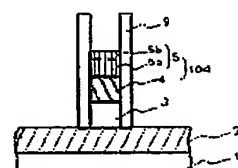
1: Si基板
2: 絶縁膜
3: 金属積層膜
4: TiN反射防止膜
5: エキシマレーザ用フォトリソ
104: 積層反射防止膜

【図3】



1: Si基板
2: 絶縁膜
3: 金属積層膜
4: TiN反射防止膜
5: ARL-SiON
5a: プラズマSiON
5b: プラズマSiO₂
6: エキシマレーザ用フォトリソ
104: 積層反射防止膜

【図5】

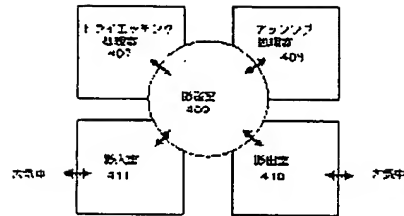


1: Si基板
2: 絶縁膜
3: 金属積層膜
4: TiN反射防止膜
5: ARL-SiON
5a: プラズマSiON
5b: プラズマSiO₂
6: エキシマレーザ用フォトリソ
104: 積層反射防止膜

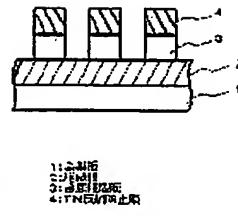
(9)

特開2000-216161

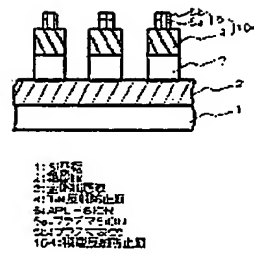
【図4】



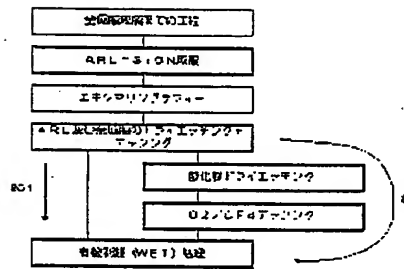
【図6】



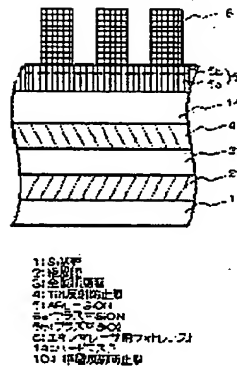
【図7】



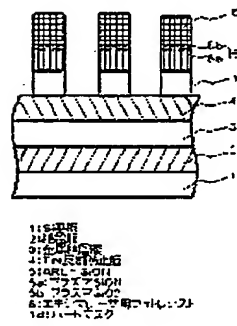
【図8】



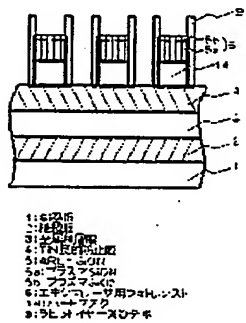
【図9】



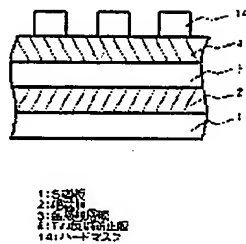
【図10】



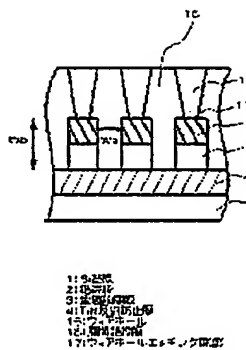
【図11】



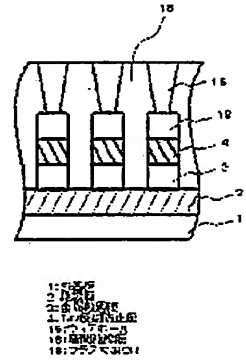
【図12】



【図13】



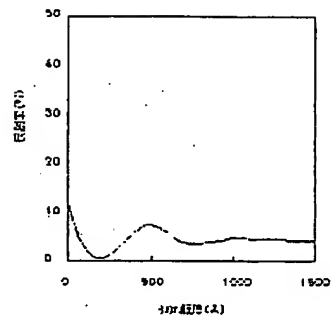
【図14】



(10)

特開2000-216161

【図15】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F004 AA08 AA09 BA04 BA14 BA20
 BB14 BD01 CA04 DA01 DA04
 DA11 DA16 DA23 DA26 DA30
 DB03 DB09 DB12 EA06 EA10
 EA22 EA28 EB01 EB02 EB03
 5F033 HH09 HH33 KK09 KK33 MM08
 QQ03 QQ04 QQ08 QQ09 QQ10
 QQ15 QQ21 QQ28 QQ37 QQ93
 QQ98 XX21
 5F058 BA20 BC02 BC11 BD01 BD04
 BD10 BD15 BF04 BF07 BF46
 BH12 BH13 BJ02 BJ04